

## 明 細 書

表示特性較正方法、表示特性較正装置及びコンピュータプログラム  
技術分野

- [0001] 本発明は、表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有するカラー表示装置の変換テーブルを較正することによりカラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正方法、表示特性較正装置及びコンピュータプログラムに関する。

## 背景技術

- [0002] カラー表示部(例えば、液晶カラー表示部)を有するカラー表示装置(例えば、カラー液晶表示装置)は、カラー表示部へ供給される信号の階調に応じた輝度(明度、光の透過率など)で表示をする。供給される信号の階調(階調値)と表示される輝度の間にはカラー表示部に固有の特性がある。したがって、このような表示装置では、表示装置へ入力される信号に対して所望の表示特性(一般的に $\gamma$ 特性ともいわれる)での表示をさせるために、入力される信号を所定の関数に基づいて変換してから、カラー表示部へ信号を供給している。
- [0003] この変換をするための手段として、カラー表示装置内に、表示入力階調(表示装置へ入力される信号)を表示出力階調(カラー表示部の固有の特性を調整するために表示入力信号を変換して出力される信号)に変換するための変換テーブル(ルックアップテーブルともいわれる)を備えている。
- [0004] 従来のカラー液晶表示装置では、R(赤)G(緑)B(青)各色毎に変換テーブルを備えており、RGB各色毎の単色画面を用いて $\gamma$ 特性を調整してRGB各色毎に変換テーブルを設定していた(例えば、特許文献1参照)。しかし、カラー液晶表示装置(カラー液晶表示部)では、厳密には加法混色が成立しないことから、RGBそれぞれ個別の単色について $\gamma$ 特性を調整された変換テーブルを用いて白色(白黒)を表示すると $\gamma$ 特性が本来あるべき白色としての $\gamma$ 特性からずれる。このような、白色での $\gamma$ 特性のずれは、カラー液晶表示装置を白黒表示に用いる場合には、階調表示が正確に行われないなどの問題がある。例えば、レントゲン画像をカラー液晶表示装置を用いて表示する場合などでは、白色での $\gamma$ 特性はより正確なものが要求される。

特許文献1:特開2002-99238号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0005] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、白色を階調表示する際の $\gamma$ 特性をより正確にするために表示入力階調の複数階調について白色画面を表示して求めた輝度(白色輝度、単色輝度)、白色度に基づいて複数色(RGB各色)の変換テーブルの較正を行うことにより、カラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正方法、カラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正装置及びカラー表示装置の表示特性の較正をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを提供することを目的とする。
- [0006] 本発明は、厳密な加法混色が成立しないカラー液晶表示装置に適用して白色表示の際の $\gamma$ 特性を正確にすることができる表示特性較正方法、表示特性較正装置及びコンピュータプログラムを提供することを別の目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0007] 本発明に係る表示特性較正方法は、複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正方法において、表示入力階調の所定階調で前記カラー表示部が所定輝度及び所定白色度を示すように前記変換部を較正し、前記表示入力階調に対応させて白色画面を表示し、表示した白色画面から前記複数色の単色輝度を求め、前記表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して表示出力階調対単色輝度の相関を求め、所定の表示特性と前記所定階調での白色輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での目標白色輝度を算出し、該目標白色輝度を前記所定階調の単色輝度割合で配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を求め、表示入力階調の複数階調について、前記目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対単色輝度の相関から求め、該求めた表示出力階調を表示入力階調に対応させることにより前記変換テーブルを較正することを特徴とする。

[0008] 本発明に係る表示特性較正方法は、複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正方法において、複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、複数色の変換テーブルの表示出力階調を調整してカラー表示部の輝度及び白色度が仮目標輝度及び目標白色度になる初期較正用表示出力階調を求める第1過程と、前記表示入力階調の最大階調と前記初期較正用表示出力階調とを対応させて、表示入力階調と表示出力階調との相関が所定の関数になるように複数色の変換テーブルを初期較正する第2過程と、初期較正した複数色の変換テーブルを用いて表示入力階調の複数階調で白色画面を表示する第3過程と、前記白色画面から表示入力階調の複数階調での複数色の単色輝度を求め、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の1次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第4過程と、予め設定されている目標表示特性と、前記白色画面から求めた表示入力階調が最大階調のときの白色輝度及び表示入力階調が最小階調のときの白色輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での1次目標白色輝度を算出し、1次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第5過程と、表示入力階調が最大階調のときの複数色の前記単色輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記1次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第6過程と、表示入力階調の複数階調について、複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を1次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第7過程とを備えることを特徴とする。

[0009] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記第7過程の後に、較正した複数色の変換テーブルを用いて表示入力階調の複数階調について較正白色画面を表示する第8過程と、前記較正白色画面から表示入力階調の複数階調での複数色の単色輝度を求め、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の2次表示出力

階調対単色輝度相関特性を求める第9過程と、表示入力階調の複数階調について、複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を2次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第10過程とを更に備えることを特徴とする。

[0010] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記第8過程から第10過程までを繰返すことにより前記2次表示出力階調対単色輝度相関特性を収束させることを特徴とする。

[0011] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調の最大階調での目標輝度及び最小階調での目標輝度を用いて、表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第11過程と、前記単色輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での複数色の目標単色輝度を算出して複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第12過程と、表示入力階調の複数階調について、複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を前記収束させた2次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第13過程とを更に備えることを特徴とする。

[0012] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記仮目標輝度は最大階調での前記目標輝度より大きく設定してあることを特徴とする。

[0013] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記複数色は赤、緑、青であることを特徴とする。

[0014] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記初期較正用表示出力階調は、前記複数色のいずれかの初期較正用表示出力階調が出力階調の最大階調になるように調整されることを特徴とする。

[0015] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記表示入力階調の複数階調は表示入力階調の全階調であることを特徴とする。

[0016] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記カラー表示装置はカラー液晶表示装

置であることを特徴とする。

- [0017] 本発明に係る表示特性校正装置は、複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を校正する表示特性校正装置において、前記カラー表示部の輝度及び白色度を測定する光学センサと、前記表示特性を校正するための処理を制御する制御部とを備え、該制御部は、複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、複数色の変換テーブルの表示出力階調を調整して前記光学センサを介してカラー表示部の輝度及び白色度を測定し、前記輝度及び白色度が目標輝度及び目標白色度になる初期校正用表示出力階調を求める第1過程と、前記表示入力階調の最大階調と前記初期校正用表示出力階調とを対応させて、表示入力階調と表示出力階調との相関が所定の関数になるように複数色の変換テーブルを初期校正する第2過程と、初期校正した複数色の変換テーブルを用いて表示入力階調の複数階調で白色画面を表示する第3過程と、前記白色画面から前記光学センサを介して表示入力階調の複数階調での複数色の単色輝度を測定し、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第4過程と、予め設定されている目標表示特性と、前記白色画面から求めた表示入力階調が最大階調のときの白色輝度及び表示入力階調が最小階調のときの白色輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での目標白色輝度を算出し、表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第5過程と、表示入力階調が最大階調のときの複数色の前記単色輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第6過程と、表示入力階調の複数階調について、複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対単色輝度相関特性から校正用表示出力階調として求め、該校正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを校正する第7過程との処理を制御する構成としてあることを特徴とする。

- [0018] 本発明に係る表示特性校正装置では、前記カラー表示装置はバックライトを備えるカラー液晶表示装置であり、前記第1過程では、バックライトの輝度が並行して制御される構成としてあることを特徴とする。
- [0019] 本発明に係る表示特性校正装置では、前記光学センサが測定する輝度は絶対値で表されることを特徴とする。
- [0020] 本発明に係る表示特性校正装置では、前記光学センサは輝度と色度の測定が可能としてあり、測定された輝度と色度から単色輝度を算出する構成としてあることを特徴とする。
- [0021] 本発明に係るコンピュータプログラムは、複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性の校正をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムにおいて、コンピュータに、複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、複数色の変換テーブルの表示出力階調を調整してカラー表示部の輝度及び白色度を求め、前記輝度及び白色度が目標輝度及び目標白色度になる初期校正用表示出力階調を求める第1過程と、前記表示入力階調の最大階調と前記初期校正用表示出力階調とを対応させて、表示入力階調と表示出力階調との相関が所定の関数になるように複数色の変換テーブルを初期校正する第2過程と、初期校正した複数色の変換テーブルを用いて表示入力階調の複数階調で白色画面を表示する第3過程と、前記白色画面から表示入力階調の複数階調での複数色の単色輝度を求め、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第4過程と、予め設定されている目標表示特性と、前記白色画面から求めた表示入力階調が最大階調のときの白色輝度及び表示入力階調が最小階調のときの白色輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での目標白色輝度を算出し、表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第5過程と、表示入力階調が最大階調のときの複数色の前記単色輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第6過程と、表示入力階調

の複数階調について、複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第7過程とを実行させることを特徴とする。

[0022] 本発明に係る表示特性較正方法は、複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に複数色別の所定のゲイン定数を乗じて調整階調として出力するゲイン調整部と、前記調整階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正方法において、前記表示入力階調と表示出力階調との相関を所定の関数に対応させて変換テーブルを較正し、該較正した変換テーブルの表示入力階調の所定階調で前記カラー表示部が所定輝度及び所定白色度を示すようにゲイン定数を設定し、ゲイン定数を設定した後、複数色それぞれの単色画面を表示して複数色それぞれの単色画面輝度を求め、ゲイン定数を設定した後、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及び複数色の単色輝度を求め、前記単色画面輝度を基準に表示入力階調について複数色の単色輝度の割合で前記白色輝度を配分することにより表示入力階調の複数階調での単色輝度を算出し、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の表示出力階調対単色輝度の相関を求め、所定の表示特性と、表示入力階調が所定階調のときの目標輝度を用いて表示入力階調の複数階調での目標白色輝度を算出し、表示入力階調対目標白色輝度の相関を求め、該表示入力階調対目標白色輝度での目標白色輝度を前記単色画面輝度の割合で配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出し、表示入力階調の複数階調について、前記目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対単色輝度の相関から求め、該求めた表示出力階調を表示入力階調に対応させることにより前記変換テーブルを較正することを特徴とする。

[0023] 本発明に係る表示特性較正方法は、複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出

力階調に複数色別の所定のゲイン定数を乗じて調整階調として出力するゲイン調整部と、前記調整階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正方法において、前記表示入力階調と表示出力階調との相関を所定の関数に対応させて複数色の変換テーブルを初期較正する第1過程と、初期較正した複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、前記カラー表示部の輝度及び白色度が仮目標輝度及び目標白色度になるようにゲイン定数を設定する第2過程と、ゲイン定数を設定した後、複数色それぞれの単色画面を表示して複数色の1次単色画面輝度を求める第3過程と、ゲイン定数を設定した後、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及び複数色の1次単色輝度を求める第4過程と、表示入力階調の複数階調での単色輝度に、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の1次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第5過程と、予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの仮目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの仮目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での1次目標白色輝度を算出し、1次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第6過程と、前記複数色の1次単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記1次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第7過程と、表示入力階調の複数階調について、複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を1次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第8過程とを備えることを特徴とする。

- [0024] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記第8過程の後に、複数色それぞれの単色画面を表示して複数色の2次単色画面輝度を求める第9過程と、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及び複数色の2次単色輝度を求める第10過程と、表示入力階調の複数階調での単色輝度に、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の2次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第11



過程と、予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第12過程と、前記複数色の2次単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記2次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第13過程と、表示入力階調の複数階調について、複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を2次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第14過程とを更に備えることを特徴とする。

[0025] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記第8過程の後に、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度を求め、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して表示出力階調対白色輝度相関特性を求める第15過程と、予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第16過程と、表示入力階調の複数階調について、2次表示入力階調対白色輝度相関特性での2次目標白色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対白色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第17過程とを更に備えることを特徴とする。

[0026] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記仮目標輝度及び目標輝度は、第2過程での仮目標輝度 > 第6過程での最大階調のときの仮目標輝度 > 第12過程又は第16過程での最大階調のときの目標輝度、の関係を有することを特徴とする。

[0027] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記複数色は赤、緑、青であることを特徴とする。

- [0028] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記ゲイン定数は、複数色のいずれかのゲイン定数を最大値に設定してあることを特徴とする。
- [0029] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記入力階調の複数階調は入力階調の全階調であることを特徴とする。
- [0030] 本発明に係る表示特性較正方法では、前記カラー表示装置はカラー液晶表示装置であることを特徴とする。
- [0031] 本発明に係る表示特性較正装置は、複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に複数色別の所定のゲイン定数を乗じて調整階調として出力するゲイン調整部と、前記調整階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正装置において、前記カラー表示部の輝度及び白色度を測定する光学センサと、前記表示特性を較正するための処理を制御する制御部とを備え、該制御部は、前記表示入力階調と表示出力階調との相関を所定の関数に対応させて変換テーブルを初期較正する第1過程と、初期較正した複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、前記光学センサを介してカラー表示部の輝度及び白色度を測定し、前記輝度及び白色度が目標輝度及び目標白色度になるようにゲイン定数を設定する第2過程と、ゲイン定数を設定した後、複数色それぞれの単色画面を表示し、前記光学センサを介して複数色の単色画面輝度を測定する第3過程と、ゲイン定数を設定した後、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示し、前記光学センサを介して白色輝度及び複数色の単色輝度を測定する第4過程と、表示入力階調の複数階調での単色輝度に、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第5過程と、予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での目標白色輝度を算出し、表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第6過程と、前記複数色の単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関

特性を求める第7過程と、表示入力階調の複数階調について、複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第8過程との処理を制御する構成としてあることを特徴とする。

[0032] 本発明に係る表示特性較正装置では、前記カラー表示装置はバックライトを備えるカラー液晶表示装置であり、前記第2過程では、バックライトの輝度が並行して制御される構成としてあることを特徴とする。

[0033] 本発明に係る表示特性較正装置では、前記光学センサが測定する複数色の単色輝度は相対値で表され、該単色輝度を正規化して第5過程での単色輝度を算出する構成としてあることを特徴とする。

[0034] 本発明に係る表示特性較正装置では、前記光学センサは輝度と色度の測定が可能としてあり、測定された輝度と色度から第4過程での単色輝度を算出する構成としてあることを特徴とする。

[0035] 本発明に係るコンピュータプログラムは、複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に複数色別の所定のゲイン定数を乗じて調整階調として出力するゲイン調整部と、前記調整階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性の較正をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムにおいて、コンピュータに、前記表示入力階調と表示出力階調との相関を所定の関数に対応させて変換テーブルを初期較正する第1過程と、初期較正した複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、前記カラー表示部の輝度及び白色度が仮目標輝度及び目標白色度になるようにゲイン定数を設定する第2過程と、ゲイン定数を設定した後、複数色それぞれの単色画面を表示して複数色の1次単色画面輝度を求める第3過程と、ゲイン定数を設定した後、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及び複数色の1次単色輝度を求める第4過程と、表示入力階調の複数階調での単色輝度に、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の1次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第5過程と、予め設定されている目

標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの仮目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの仮目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での1次目標白色輝度を算出し、1次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第6過程と、前記複数色の1次単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記1次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第7過程と、表示入力階調の複数階調について、複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を1次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第8過程とを実行させることを特徴とする。

- [0036] 本発明に係るコンピュータプログラムでは、コンピュータに、前記第8過程の後に、複数色それぞれの単色画面を表示して複数色の2次単色画面輝度を求める第9過程と、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及び複数色の2次単色輝度を求める第10過程と、2次単色画面輝度を基準にして複数色の2次単色輝度を表示入力階調についてそれぞれ正規化し、正規化した複数色の2次単色輝度の割合を用いて第10過程で求めた白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での単色輝度を算出し、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の2次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第11過程と、予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第12過程と、前記複数色の2次単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記2次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第13過程と、表示入力階調の複数階調について、複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を2次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出

力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第14過程とを実行させることを特徴とする。

- [0037] 本発明に係るコンピュータプログラムでは、コンピュータに、前記第8過程の後に、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度を求め、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して表示出力階調対白色輝度相関特性を求める第15過程と、予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第16過程と、表示入力階調の複数階調について、2次表示入力階調対白色輝度相関特性での2次目標白色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対白色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第17過程とを実行させることを特徴とする。

- [0038] 本発明にあつては、表示入力階調の複数階調について白色画面を表示して求めた輝度(白色輝度、単色輝度)及び色度(白色度)に基づいて複数色(RGB各色)の変換テーブルの較正を行うことにより、白色表示の際の表示特性( $\gamma$ 特性)をより正確に制御することができることから、白黒表示での階調表示を極めて正確にすることができるカラー表示装置の表示特性を較正するための表示特性較正方法、表示特性較正装置及びコンピュータプログラムを提供する。

- [0039] 本発明にあつては、厳密な加法混色が成立しないカラー液晶表示装置に適用して白黒表示の際の表示特性( $\gamma$ 特性)を正確にすることができる表示特性較正方法、表示特性較正装置及びコンピュータプログラムを提供する。

#### 発明の効果

- [0040] 本発明によれば、表示入力階調の複数階調について白色画面を表示して求めた輝度(白色輝度、単色輝度)、白色度に基づいて複数色(RGB各色)の変換テーブルの較正を行うことにより、白色の $\gamma$ 特性を極めて正確に制御できるカラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正方法、カラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正装置及びカラー表示装置の表示特性の較正をコンピュータに実行さ

せるコンピュータプログラムを実現できる。

- [0041] 本発明によれば、白黒表示が必要になる画像表示をする場合(例えば、レントゲン画像の表示)には階調を正確に表示するので、画像の白黒判定が正確に行え、極めて有効なカラー表示装置を実現できる。特にカラー液晶表示装置のように加法混色を用いて表示するカラー表示装置においては極めて優れた白黒表示の階調表示を行うことができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0042] [図1]本発明の実施の形態1に係る表示特性較正方法を実現するための概略ブロック図を示す。
- [図2]本発明の実施の形態に用いるコンピュータの概略構成を示すブロック図である。
- [図3]本発明の実施の形態1に係る表示特性較正方法を実行するときのフローチャートである。
- [図4]本発明の実施の形態1で求める1次表示出力階調対単色輝度相関特性を示す説明図である。
- [図5]本発明の実施の形態1で求める1次表示入力階調対目標白色輝度相関特性及び1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を示す説明図である。
- [図6]本発明の実施の形態1で求める較正用表示出力階調によりLUTを較正する状態を示す説明図である。
- [図7]本発明の実施の形態2に係る表示特性較正方法を実現するための要部ブロック図を示す。
- [図8]本発明の実施の形態2に係る表示特性較正方法を実行するときのフローチャートである。
- [図9]本発明の実施の形態3に係る表示特性較正方法を実行するときのフローチャートである。

#### 符号の説明

- [0043] 10 液晶モニタ  
11 LCDパネル

- 12 変換部
- 13 LUT(変換テーブル)
- 14 モニタ通信部
- 15 光源制御部
- 16 光源
- 17 ゲイン調整部
- 20 PC(コンピュータ)
- 21 CPU(制御部)
- 22 プログラム記憶部
- 25 記憶媒体
- 30 光学センサ
- Iw 光源電流
- L 表示入力階調
- P 表示出力階調

#### 発明を実施するための最良の形態

[0044] 以下の実施の形態では、カラー表示装置としてカラー液晶表示装置、カラー表示部としてカラー液晶表示部を例に示すが、カラー液晶表示装置に限らず、陰極線管(CRT)などにも適用できる。また、複数色の例として、RGB3原色の場合を示すが、これに限るものではない。

[0045] 実施の形態1.

図1は本発明の実施の形態1に係る表示特性較正方法を実現するための概略ブロック図を示す。10はカラー表示装置としてのカラー液晶表示装置(以下、液晶モニター)である。液晶モニター10は、カラー表示部としてのカラー液晶表示部(以下、LCDパネル)11、変換部12、変換テーブル(以下、LUT)13、モニタ通信部14、光源制御部15、光源16を備える。変換部12はLUT13を備え、LUT13は複数色、具体的には例えばRGBの3原色に対応するLUT13R(赤色用LUT)、LUT13G(緑色用LUT)、LUT13B(青色用LUT)を備える。変換部12は適宜専用のLSI(ASIC)で構成することができる。液晶モニター10には、コンピュータ(以下、PC)20が接続され、L

CIDパネル11の表示画面には光学センサ30が取り付けられている。

- [0046] RGB各色のLUT13R、13G、13Bはそれぞれ、表示入力階調Lと表示出力階調Pとを対応させて、表示入力階調Lを表示出力階調Pに変換する。表示入力階調Lは例えば、8ビットで構成され、256の階調数が可能であり、階調0から階調255までの階調値を取りうる構成としてある。表示出力階調Pは例えば、10ビットで構成され、1024の階調数が可能であり、階調0から階調1023までの階調数を取りうる構成としてある。例えば、LUT13Rでは、表示入力階調Lの階調(0, 1, 2, ..., 253, 254, 255)に対して表示出力階調Pの階調(0, 2, 5, ..., 988, 1003, 1023)のように対応付けがされ、この対応に応じた階調の変換がなされ、表示パネル11の表示特性に応じた補正( $\gamma$ 補正)が行われる。
- [0047] 表示出力階調Pのビット数を表示入力階調Lのビット数より多くすることで表示特性に応じたより精細な補正が可能となる。また、LUT13による変換だけでなく、光源16の輝度を並行して制御することによってもLCDパネル11の輝度を制御することができる。
- [0048] PC20から変換部12へ、モニタ入力信号Smiが入力される。モニタ入力信号Smiは通常、LUT13の表示入力階調Lに対応する信号として入力される。変換部12からLCDパネル11へ、パネル入力信号Spiが入力される。パネル入力信号Spiは通常、表示出力階調Pに対応する信号として入力される。つまり、モニタ入力信号Smi(表示入力階調L)はパネル入力信号Spi(表示出力階調P)へと変換され、LCDパネル11の表示特性を補正(校正)することができる。LCDパネル11、光源16の特性は製品ごとにばらつくことから、製品ごとに表示特性を補正することが望ましく、本発明では製品ごとの表示特性の補正が極めて簡単かつ正確にすることができる。
- [0049] モニタ通信部14は、PC20から入力されたモニタ制御信号Smcに基づいて、光源制御信号Sbcを光源制御部15へ出力し、光源制御部15は光源制御信号Sbcに応じた光源電流Iwを光源16に供給して光源16の輝度を調整する。光源制御部15は周波数を変更することで光源電流Iwを制御できるインバータなどで構成される。光源16は陰極管や発光ダイオードなどで構成され、通常バックライトといわれる。光源制御部15及び光源16は、共に透過型液晶表示装置の場合に用いられるものである。



更に光源制御部15は光源16の色度を調整できるように構成しても良い。また、モニタ通信部14は、PC20から入力されたモニタ制御信号Smcに基づいて、較正信号Scaを変換部12へ出力し、LUT13での表示入力階調Lと表示出力階調Pとの対応関係(相関関係)を書き換え、LUT13の較正を行う。

- [0050] 光学センサ30はLCDパネル11の表示画面に対向して装着され、LCDパネル11から放射される表示光11dを測定できる。つまり、白色画面の白色輝度、白色画面でのRGB各色の輝度(例えば、輝度の絶対値)、白色度を測定できるものである。光学センサ30は、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタを備え、白色画面からの表示光を適宜分光してRGB各色の単色輝度を絶対値として測定することができる。光学センサ30の測定値は光学センサ信号Spsとして、PC20へ入力される。この際の光学センサ信号SpsはPC20での処理が可能な形態で光学センサ30から出力される。
- [0051] 図2は本発明の実施の形態に用いるコンピュータの概略構成を示すブロック図である。PC20は、中央処理装置(以下、CPU)21にバスを介してプログラム記憶部22、センサ信号入力部23、モニタ制御部24が接続された構成としてある。CPU21は単独で又は他の構成部分と連携して、本発明に係る各種の処理を行う制御部として動作する。プログラム記憶部22は、本発明に係る各種の処理を行うコンピュータプログラムを記憶するもので、変換テーブル較正プログラム(本発明に係る表示特性較正方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム)などが記録されたCD-ROMなどの外部の記録媒体25からコンピュータプログラムを取り込む形態としてある。
- [0052] 外部から記録媒体25を介してコンピュータプログラムを取り込むことができるので、本発明に係る表示特性較正方法の実行が極めて容易になる。変換テーブル較正プログラムとしては、本発明に係る部分以外は一般に知られた変換テーブル較正プログラムを適用することができる。本発明に係るコンピュータプログラム(変換テーブル較正プログラム)を記録媒体に記録して表示装置の表示特性較正用として流通させることも可能である。
- [0053] センサ信号入力部23には、光学センサ30から出力された光学センサ信号Spsが入力される。光学センサ信号SpsはCPU21により適宜処理され、本発明に係る表示

特性較正方法を実行する。モニタ制御部24はCPU21(PC20)と液晶モニタ10とのインターフェイスであり、モニタ入力信号Smiを変換部12へ、モニタ制御信号Smcをモニタ通信部14へ出力する構成としてある。

[0054] 図3は本発明の実施の形態1に係る表示特性較正方法を実行するときのフローチャートである。まず、PC20に液晶モニタ10、光学センサ30を接続して変換テーブル較正プログラムを起動する。その後、以下のステップを実行する。なお、以下のステップにおいて、ステップの順はこれに限るものではなく、また必要に応じて、あるステップが他のステップと同時並行的に処理されることもある。

[0055] ステップ1(S1):較正を行うユーザが較正目標を設定する。RGB各色の表示入力階調Lが最大階調L(R, G, B) = (Lr, Lg, Lb) = L(255, 255, 255)のときの目標輝度TYmax(最大目標輝度)、RGB各色の表示入力階調Lが最小階調L(R, G, B) = (Lr, Lg, Lb) = L(0, 0, 0)のときの目標輝度TYmin(最小目標輝度)、目標白色度(tx, ty)、目標 $\gamma$ 特性を設定する。これらの設定はコンピュータ画面にGUI環境を設けることにより、ウインドウ、ダイアログボックスなどから適宜入力できる構成にしてある。なお、目標白色度(tx, ty)は色温度で代用することもできる。

[0056] これらの目標値の設定がされた後は、PC20が変換テーブル較正プログラムに基づいて処理を進める。変換テーブル較正プログラムが開始されると、白色画面が表示されるので、その部分に光学センサ30を装着し、表示画面の光学特性の測定を行わせる。変換テーブル較正プログラムは液晶モニタ10、光学センサ30と相互に通信をしながら変換テーブル較正プログラムによる変換テーブル(LUT13)の較正処理を進める。

[0057] ステップ2(S2):RGB各色のLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を初期化する。つまり、各色の表示入力階調Lを最大階調L(255, 255, 255)として、白色画面を表示する。この白色画面を表示した状態で、各色の表示出力階調P(R, G, B)を調整し、LCDパネル11の輝度及び白色度を光学センサ30で測定する。測定したLCDパネル11の輝度及び白色度が仮目標輝度( $1.05 \times TY_{max}$ )及び目標白色度(tx, ty)になる表示出力階調P(R, G, B)を初期較正用表示出力階調として求める。例えば、表示入力階調Lの最大階調L(255, 255, 255)に対して、表示出力

階調P(1023, 1018, 996)のように求める。この際、表示出力階調Pの調整に加え、光源電流 $I_w$ も適宜調整することにより較正することが望ましい。

[0058] 表示入力階調Lの最大階調L(255, 255, 255)と求めた初期較正用表示出力階調P(1023, 1018, 996)とを対応させて、表示入力階調Lと表示出力階調Pとの相関が所定の関数になるようにしてRGB各色のLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を初期較正する。所定の関数は表示入力階調Lと表示出力階調Pとの相関を明確に規定するものであればよく、リニアであれば計算が容易になる。なお、初期較正のとき、仮目標輝度は目標輝度 $TY_{max}$ の例えば5%増し( $1.05 \times TY_{max}$ )として設定してある。LCDパネル11の最大輝度は基本的には光源電流 $I_w$ により支配され、LCDパネル11、LUT13(表示入力階調L)では、輝度を下げる方向での調整となることから、最終調整の余地を残すために白色画面の輝度は最終的な目標である目標輝度 $TY_{max}$ より若干大きくしておくものである。また、LUT13の階調調整能力を効果的にするために、初期較正用表示出力階調P(R, G, B)のいずれか( $P_r$ 、 $P_g$ 、 $P_b$ のいずれか)は、最大階調となるように調整することが望ましい。ここでは、表示出力階調P(1023, 1018, 996)として示したように、赤の表示出力階調 $P_r$ を表示出力階調の最大階調1023としている。

[0059] ステップ3(S3):較正したRGB各色のLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を用いて、表示入力階調の複数階調(必要に応じて全階調とすればより精密な較正が可能となる。以下では複数階調とするが、各階調(例えば全階調)の場合を含む。)で、表示入力階調に対応させて白色画面を表示する。白色画面から表示入力階調の複数階調でのRGB各色の単色輝度(表示入力階調Lの階調を $i$ で示すと、表示入力階調 $L_i$ :単色輝度 $Y_{ri}$ ,  $Y_{gi}$ ,  $Y_{bi}$ )を測定する。単色輝度は光学センサ30により、RGB各色の絶対値として求められる。また、白色画面から所定階調での白色輝度も測定する。具体的には表示入力階調Lが最大階調(L255)のときの白色輝度( $Y_{w255}$ )、表示入力階調Lが最小階調(L0)のときの白色輝度( $Y_{w0}$ )である。

[0060] ステップ4(S4):ステップ3で測定したRGB各色の単色輝度について、表示入力階調Lに対応する表示出力階調Pを適用することにより、RGB各色の1次表示出力階調対単色輝度相関特性(Rについて表示出力階調 $P_r$ :単色輝度 $Y_{ri}$ 、Gについて表示

出力階調Pg:単色輝度Ygi、Bについて表示出力階調Pb:単色輝度Ybi)を求める。このときの状況を後述する図4に示す。なお、「相関特性を求める」とは具体的なグラフなどを求めることなく、相関データを演算可能なように記憶しておくことを意味する(以下においても同様である)。

- [0061] ステップ5(S5):予め設定されている目標 $\gamma$ 特性と、前記白色画面から求めた表示入力階調が最大階調のときの白色輝度Yw255及び表示入力階調が最小階調のときの白色輝度Yw0とを用いて表示入力階調の複数階調での1次目標白色輝度fTYwiを算出し、1次表示入力階調対目標白色輝度相関特性(表示入力階調Li:1次目標白色輝度fTYwi)を求める。目標 $\gamma$ 特性は計算式で規定することができ、 $\gamma$ 値 $t_\gamma$ を用いて表示入力階調iで示すと、例えば式(1)で示される。なお、目標 $\gamma$ 特性は各種規格などで定められており、式(1)で示されるものには限らない。目標 $\gamma$ 特性の状況を後述する図5(a)に示す。

$$fTYwi = (Yw255 - Yw0) \times (i / 255) t_\gamma + Yw0 \cdots (1)$$

- [0062] ステップ6(S6):表示入力階調Lが最大階調(L255)のときのRGBの単色輝度の割合をs:t:u=Yr255/(Yr255+Yg255+Yb255):Yg255/(Yr255+Yg255+Yb255):Yb255/(Yr255+Yg255+Yb255)として求める。この単色輝度の割合s:t:u(s+t+u=1)を用いて表示入力階調Lの複数階調での前記1次目標白色輝度(fTYwi)を比例配分(s×fTYwi:t×fTYwi:u×fTYwi)することにより表示入力階調の複数階調でのRGB各色の目標単色輝度TYri(=s×fTYwi)、TYgi(=t×fTYwi)、TYbi(=u×fTYwi)を算出してRGB各色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性(表示入力階調Li:目標単色輝度TYri, TYgi, TYbi)を求める。状況を後述する図5(b)～(d)に示す。表示入力階調Lが最大階調(L255)のときは、白色度を目標白色度(tx, ty)に調整しているので、このときの輝度割合を用いて表示入力階調Lの複数階調での目標単色輝度を求めることにより、表示入力階調Lでの目標単色輝度による白色度を一定にする(目標白色度を維持)することができる。

- [0063] ステップ7(S7):表示入力階調Lの複数階調について、RGB各色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力

階調Pを1次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調Lに対応させてRGB各色のLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を較正する。状況を後述する図6に示す。なお、表示入力階調Lと表示出力階調Pとは階調数が異なることから、1対1で階調(整数)が対応するわけではなく、較正用表示出力階調を求めるとき、中間点が相当することになる場合は補間法を用いて算出する。また、精度を維持できる桁を確保して適宜四捨五入を行う。補間法、四捨五入を用いる点は他のステップ、他の実施の形態でも同様である。この過程では、表示入力階調Lの最大階調L(255, 255, 255)と(初期較正用)表示出力階調P(1023, 1018, 996)との対応関係、表示入力階調Lの最小階調L(0, 0, 0)と表示出力階調Pの最小階調(0, 0, 0)との対応関係は固定しているので、これらの内側に含まれる表示入力階調L(254, 254, 254)〜L(1, 1, 1)に対応する表示出力階調Pが求まる。

- [0064] 求めたLUT13は、近似を用いて加法混色が成立することを前提にしているため、輝度と色度にズレ(特に輝度)を生じる。例えば、ステップ26で求めた1次表示出力階調対単色輝度相関特性は、各色が独立しているという前提で算出しているが、実際にはLCDパネル11では、RGB各色に相互関係(例えば、Rの輝度はG、Bの輝度に影響される)がある。輝度、色度のズレを調整するために以下のステップをさらに追加する。
- [0065] ステップ8(S8):較正したRGB各色のLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を用いて、ステップ3と同様に、表示入力階調Lの複数階調について較正白色画面を表示し、較正白色画面から表示入力階調Lの複数階調でのRGB各色の単色輝度を測定する。
- [0066] ステップ9(S9):RGB各色の単色輝度について、ステップ4と同様に、表示入力階調Lに対応する表示出力階調Pを適用してRGB各色の2次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める。
- [0067] ステップ10(S10):表示入力階調Lの複数階調について、ステップ7と同様に、RGB各色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調Pを2次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表

示出力階調として求め、較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させてRGB各色のLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を較正する。

- [0068] ステップ11(S11):2次表示出力階調対単色輝度相関特性は収束したか否かを判断する。収束した場合にはステップ12へ進む。収束するまで、ステップ8からステップ10までの各ステップを繰り返す。
- [0069] ステップ12(S12):目標 $\gamma$ 特性と、予め設定されている表示入力階調Lの最大階調(L255)での目標輝度 $TY_{max}$ 及び最小階調(L0)での目標輝度 $TY_{min}$ を用いて、表示入力階調Lの複数階調での2次目標白色輝度 $sTY_{wi}$ を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性(表示入力階調 $L_i$ :2次目標白色輝度 $sTY_{wi}$ )を求める。このときの $sTY_{wi}$ の計算式はステップ5で用いた式(1)であり、定数として代入する数値が異なるのみである。つまり、 $Yw_{255}$ の代わりに $TY_{max}$ を、 $Yw_0$ の代わりに $TY_{min}$ を用いる。
- [0070] ステップ13(S13):単色輝度の割合 $s:t:u$ (ステップ6)を用いて表示入力階調Lの複数階調での2次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調Lの複数階調でのRGB各色の目標単色輝度を算出してRGB各色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める。
- [0071] ステップ14(S14):表示入力階調Lの複数階調について、RGB各色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調Pを前記収束させた2次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させてRGB各色のLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を較正する。2次目標白色輝度 $sTY_{wi}$ は、表示入力階調Lの最大階調(L(255, 255, 255))での目標輝度、最小階調(L(0, 0, 0))での目標輝度を考慮しているから、この過程では、表示入力階調Lの全範囲であるL(255, 255, 255)〜L(0, 0, 0)に対応する表示出力階調Pを求めることができる。
- [0072] 図4は本発明の実施の形態1で求める1次表示出力階調対単色輝度相関特性を示す説明図である。(a)はRの単色輝度 $Y_{ri}$ と表示出力階調 $Pr$ との相関特性を、(b)はGの単色輝度 $Y_{gi}$ と表示出力階調 $Pg$ との相関特性を、(c)はBの単色輝度 $Y_{bi}$ と表

示出力階調 $P_b$ との相関特性を示す。ステップ4で求める表示出力階調 $P$ に対する単色輝度 $Y_{ri}$ 、 $Y_{gi}$ 、 $Y_{bi}$ の概略状況が示される。

[0073] 図5は本発明の実施の形態1で求める1次表示入力階調対目標白色輝度相関特性及び1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を示す説明図である。(a)は1次表示入力階調 $L_i$ と目標白色輝度との相関特性を示す。ステップ5の式(1)から求めた1次目標白色輝度( $fTY_{wi}$ )の概略状況が示される。(b)は1次表示入力階調 $L_i$ とRの目標単色輝度 $TY_{ri}$ の相関特性を、(c)は1次表示入力階調 $L_i$ とGの目標単色輝度 $TY_{gi}$ の相関特性を、(d)は1次表示入力階調 $L_i$ とBの目標単色輝度 $TY_{bi}$ の相関特性を示す。RGB各色の目標単色輝度 $TY_{ri}$ 、 $TY_{gi}$ 、 $TY_{bi}$ は、ステップS6で示すように、1次目標白色輝度( $fTY_{wi}$ )を単色輝度割合 $s:t:u$ で比例配分することにより求められる。

[0074] 図6は本発明の実施の形態1で求める校正用表示出力階調によりLUTを校正する状態を示す説明図である。Rでの状態のみを示すが、G、Bについても同様である。(a)は1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性の「ある」階調( $L_m$ )での目標単色輝度 $TY_{ri}=A$ を求める状況を、(b)は1次表示出力階調対単色輝度相関特性から目標単色輝度 $TY_{ri}=A$ に相当する輝度を示す表示出力階調 $P$ を校正用表示出力 $P_n$ として求めた状況を示す。(c)は校正前のLUTであり、表示入力階調 $L_m$ に対して表示出力階調 $P_m$ であることをしめす。(d)は校正後のLUTであり、表示入力階調 $L_m$ に対して表示出力階調 $P$ を表示出力階調 $P_n$ で校正した状態をしめす。

[0075] 実施の形態2.

図7は本発明の実施の形態2に係る表示特性校正方法を実現するための要部ブロック図を示す。本実施の形態に用いる基本構成は実施の形態1の図1、図2と同様であるが、主として変換部12の構成を変えたものである。その他の部分は基本的に共通するので詳細な説明は適宜省略する。液晶モニタ10、LCDパネル11、LUT13、モニタ通信部14、光源制御部15、光源16、光学センサ30、PC20は図1の場合と同様であるので図示を省略する。変換部12はLUT13、ゲイン調整部17、LUTa18をさらに備える。

[0076] 本実施の形態での光学センサ30は、図1の場合と同様、LCDパネル11の表示画

面に対向して装着され、LCDパネル11から放射される表示光11dを測定できる。図1の場合の光学センサ30と異なる点は、白色画面からの表示光を適宜分光してRGB各色の単色輝度を測定する場合に、絶対値としての単色輝度ではなく、相対的な単色輝度(相対値としての単色輝度、つまり単色相対輝度)として測定することである。つまり、表示画面の白色輝度、RGB各色の単色画面の輝度(単色画面輝度)、単色相対輝度、白色度を測定できるものである。

[0077] 図1の場合と同様に、PC20から変換部12へ、モニタ入力信号 $S_{mi}$ が入力される。モニタ入力信号 $S_{mi}$ は通常、LUT13の表示入力階調Lに対応する信号として入力される。LUT13により、モニタ入力信号 $S_{mi}$ (表示入力階調L)は表示出力階調Pへと変換され、表示出力階調Pはゲイン調整部17へ入力される。ゲイン調整部17で表示出力階調Pにゲイン定数 $G_a$ ( $0 < G_a \leq 1$ )を乗じて、調整信号( $G_a \times P$ )として追加変換テーブル(以下、LUTa)18へ入力し、LUTa18を介してLCDパネル11へパネル入力信号 $S_{pi}$ を入力する。つまり、変換部12からパネル入力信号 $S_{pi}$ がLCDパネル11へ入力される。本実施の形態では表示出力階調Pに所定のゲイン定数 $G_a$ を乗じてパネル入力信号 $S_{pi}$ を調整しているので、LUT13の表示入力階調Lと表示出力階調Pとが相関関係を有する階調範囲を広くでき、より精密な階調制御ができる。

[0078] LUTa18は、LCDパネル11の $\gamma$ 特性補正用のものであり、本実施の形態ではLUTa18の表示入力階調Lと表示出力階調Pとの間に比例関係を持たせて固定することから実質上存在しないことと等価であるので、以下説明では無視する。ゲイン調整部17を用いて調整信号を形成するので、パネル入力信号 $S_{pi}$ は調整信号(及びLUT13の表示出力階調P)に応じた信号となり、LCDパネル11は調整信号(及びLUT13の表示出力階調P)に応じた輝度の表示をすることになる。また、図1の場合と同様に、モニタ通信部14は、PC20から入力されたモニタ制御信号 $S_{mc}$ に基づいて、較正信号 $S_{ca}$ を変換部12へ出力し、LUT13での表示入力階調Lと表示出力階調Pとの対応関係(相関関係)を書き換え、LUT13の較正を行う。また、モニタ通信部14は、較正信号 $S_{ca}$ により、ゲイン調整部17のゲイン調整を行う。

[0079] 図8は本発明の実施の形態2に係る表示特性較正方法を実行するときのフローチャートである。まず、PC20に液晶モニタ10、光学センサ30を接続して変換テーブル



校正プログラムを起動する。その後、実施の形態1の場合と同様に以下のステップを実行する。なお、以下のステップにおいて、ステップの順はこれに限るものではなく、また必要に応じて、あるステップが他のステップと同時並行的に処理されることもある。

- [0080] ステップ21(S21):ステップ1と同様に、校正を行うユーザが校正目標を設定する。表示入力階調Lが最大階調L(R, G, B) = (Lr, Lg, Lb) = L(255, 255, 255)のときの目標輝度TYmax(最大目標輝度)、表示入力階調Lが最小階調L(R, G, B) = L(0, 0, 0)のときの目標輝度TYmin(最小目標輝度)、目標白色度(tx, ty)、目標 $\gamma$ 特性を設定する。
- [0081] ステップ22(S22):RGB各色のLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を初期化する。すなわち、各色の表示入力階調Lの最大階調L(255, 255, 255)と表示出力階調Pの最大階調(1023, 1023, 1023)とを対応させ、最小階調L(0, 0, 0)と最小階調P(0, 0, 0)とを対応させ、中間は所定の関数に対応させてLUT13を校正する。所定の関数は表示入力階調Lと表示出力階調Pとの相関を明確に規定するものであればよく、リニアであれば計算が容易になる。
- [0082] ステップ23(S23):RGB各色の表示入力階調Lを最大階調L(255, 255, 255)として、白色画面を表示する。この白色画面を表示した状態で、各色のゲイン定数Ga(Rのゲイン定数Gar、Gのゲイン定数Gag、Bのゲイン定数Gab)を調整し、LCDパネル11の輝度及び白色度を光学センサ30で測定する。測定したLCDパネル11の輝度及び白色度が仮目標輝度(1.2×TYmax)及び目標白色度(tx, ty)になるゲイン定数Ga(Rのゲイン定数Gar、Gのゲイン定数Gag、Bのゲイン定数Gab)を設定する。この際、ゲイン定数Gaの調整に加え、光源電流Iwも適宜調整することにより校正することが望ましい。なお、初期校正のとき、仮目標輝度は目標輝度TYmaxの例えば20%増し(1.2×TYmax)として設定してある。LCDパネル11の最大輝度は基本的には光源電流Iwにより支配され、LCDパネル11、LUT13(表示入力階調L)では、輝度を下げる方向での調整となることから、最終調整の余地を残すために白色画面の輝度は最終的な目標である目標輝度TYmaxより若干大きくしておくものである。

- [0083] ステップ24(S24):RGB各色のゲイン定数 $G_a$ を設定した後、RGB各色の単色画面を表示してRGB各色の1次単色画面輝度(単色画面輝度 $Y_R$ 、 $Y_G$ 、 $Y_B$ )を測定する。単色画面の表示は表示入力階調 $L$ をR表示の場合は $L(255, 0, 0)$ 、G表示の場合は $L(0, 255, 0)$ 、B表示の場合は $L(0, 0, 255)$ とすることにより行う。
- [0084] ステップ25(S25):ゲイン定数を設定した後、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度(表示入力階調 $L$ の階調を $i$ で示すと、白色輝度 $Y_{wi}$ )及びRGB各色の1次単色相対輝度( $Y_{sri}$ 、 $Y_{sgi}$ 、 $Y_{sbi}$ )を測定する。
- [0085] ステップ26(S26):1次単色画面輝度( $Y_R$ 、 $Y_G$ 、 $Y_B$ )を基準にしてRGB各色の1次単色相対輝度( $Y_{sri}$ 、 $Y_{sgi}$ 、 $Y_{sbi}$ )を表示入力階調 $L$ についてそれぞれ正規化する。例えばRについては、 $Y_{nri}$ (正規化された1次単色相対輝度) =  $Y_R \times Y_{sri} / Y_{sr255}$ として求まる。G、Bについても同様であり以下適宜省略する。正規化した複数色の1次単色相対輝度の割合を用いて前記白色輝度 $Y_{wi}$ を比例配分することにより表示入力階調 $L$ の複数階調での単色輝度(R:  $Y_{cri}$ 、G:  $Y_{cgi}$ 、B:  $Y_{cbi}$ )を算出する。例えばRについては、 $Y_{cri} = Y_{wi} \times Y_{nri} / (Y_{nri} + Y_{ngi} + Y_{nbi})$ として算出できる。表示入力階調 $L$ に対応する表示出力階調 $P$ を適用してRGB各色の1次表示出力階調対単色輝度相関特性(表示出力階調 $P$ : 単色輝度 $Y_{cri}$ 、 $Y_{cgi}$ 、 $Y_{cbi}$ )を求める。状況は図4と同様であるが、ステップ4では単色輝度は実測値で表されるのに対して、本ステップでは単色輝度は上述した通り計算で求められたものである点が異なる。
- [0086] ステップ27(S27):予め設定されている目標 $\gamma$ 値と、予め設定されている表示入力階調 $L$ が最大階調 $L_{255}$ のときの仮目標輝度( $1.05 \times TY_{max}$ )及び表示入力階調が最小階調 $L_0$ のときの仮目標輝度( $0.7 \times TY_{min}$ )とを用いて表示入力階調の複数階調での1次目標白色輝度 $fTY_{wi}$ を算出し、1次表示入力階調対目標白色輝度相関特性(表示入力階調 $L_i$ : 1次目標白色輝度 $fTY_{wi}$ )を求める。最大階調 $L_{255}$ のときの仮目標輝度はステップ23のときの仮目標輝度より目標輝度( $TY_{max}$ )に近い値(目標輝度の5%増し)を用いて、より正確な調整ができるようにする。最小階調 $L_0$ のときの仮目標輝度は輝度を上げる方向での調整が可能であるので目標輝度( $TY_{min}$ )の例えば0.7倍(目標輝度の30%減)として、後のステップで最終的な調整が

容易かつ確実にできるようにしておく。このときの $fTY_{wi}$ の計算式はステップ5で用いた式(1)であり、定数として代入する数値が異なるのみである。つまり、式(1)で、 $Yw_{255}$ の代わりに $1.05 \times TY_{max}$ を、 $Yw_0$ の代わりに $0.7 \times TY_{min}$ を用いる。

[0087] ステップ28(S28):前記RGB各色の1次単色画面輝度(YR、YG、YB)の割合を $p:q:r=YR/(YR+YG+YB):YG/(YR+YG+YB):YB/(YR+YG+YB)$ として求める。1次単色画面輝度の割合 $p:q:r(p+q+r=1)$ を用いて表示入力階調Lの複数階調での前記1次目標白色輝度 $fTY_{wi}$ を比例配分( $p \times fTY_{wi}:q \times fTY_{wi}:r \times fTY_{wi}$ )することにより表示入力階調の複数階調でのRGB各色の目標単色輝度 $TY_{ri}(=p \times fTY_{wi})$ 、 $TY_{gi}(=q \times fTY_{wi})$ 、 $TY_{bi}(=r \times fTY_{wi})$ を算出してRGB各色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性(表示入力階調 $L_i$ :目標単色輝度 $TY_{ri}$ 、 $TY_{gi}$ 、 $TY_{bi}$ )を求める。状況は図5と同様である。1次単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調Lの複数階調での目標単色輝度を求めることにより、表示入力階調Lでの目標単色輝度による白色度を一定にする(目標白色度を維持)することができる。

[0088] ステップ29(S29):表示入力階調Lの複数階調について、RGB各色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調Pを1次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調Lに対応させてRGB各色のLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を較正する。状況は図6と同様である。なお、本実施の形態では、表示入力階調Lの最大階調L(255, 255, 255)、最小階調L(0, 0, 0)についても、目標値を設定しているので、表示入力階調L(255, 255, 255)→L(0, 0, 0)に対応する表示出力階調Pが求まる。

[0089] ステップ29で求めたLUT13は、近似を用いて加法混色が成立することを前提にしているため、輝度と色度にズレ(特に輝度)を生じる。例えば、ステップ26で求めた1次表示出力階調対単色輝度相関特性は、各色が独立しているという前提で算出しているが、実際にはLCDパネル11では、RGB各色に相互関係(例えば、Rの輝度はG、Bの輝度に影響される)がある。輝度、色度のズレを調整するために以下のステップをさらに追加する。

- [0090] ステップ30(S30):RGB各色の単色画面を表示してRGB各色の2次単色画面輝度を求める。「2次」単色画面輝度としたのは「1次」単色画面輝度と同様なステップを繰返すことを示すため(他の値についても同様)であり、基本的な処理方法はステップ24と同様である。繰返すことにより精度を向上するものであり、詳細な説明は省略する。
- [0091] ステップ31(S31):表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及びRGB各色の2次単色相対輝度を求める。基本的な処理方法はステップ25と同様であり、詳細な説明は省略する。
- [0092] ステップ32(S32):2次単色画面輝度を基準にしてRGB各色の2次単色相対輝度を表示入力階調についてそれぞれ正規化し、正規化したRGB各色の2次単色相対輝度の割合を用いてステップ31で求めた白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での単色輝度を算出し、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用してRGB各色の2次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める。基本的な処理方法はステップ26と同様であり、詳細な説明は省略する。基本的な処理方法はステップ25と同様であり、詳細な説明は省略する。
- [0093] ステップ33(S33):予め設定されている目標 $\gamma$ 値と、予め設定されている表示入力階調が最大階調L255のときの目標輝度(TY<sub>max</sub>)及び表示入力階調が最小階調L0のときの目標輝度(TY<sub>min</sub>)とを用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める。基本的な処理方法はステップ27と同様であり、詳細な説明は省略する。
- [0094] ステップ34(S34):RGB各色の2次単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出してRGB各色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める。基本的な処理方法はステップ27と同様であり、詳細な説明は省略する。
- [0095] ステップ35(S35):表示入力階調の複数階調について、RGB各色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を2次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求

め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させてRGB各色のLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を較正する。基本的な処理方法はステップ27と同様であり、詳細な説明は省略する。

[0096] 実施の形態3.

本実施の形態に用いる基本構成は実施の形態2と同様であるので、説明は省略する。図9は本発明の実施の形態3に係る表示特性較正方法を実行するときのフローチャートである。まず、PC20に液晶モニタ10、光学センサ30を接続して変換テーブル較正プログラムを起動する。その後、実施の形態2の場合と同様に以下のステップを実行する。なお、以下のステップにおいて、ステップの順はこれに限るものではなく、また必要に応じて、あるステップが他のステップと同時並行的に処理されることもある。ステップ21(S21)ーステップ29(S29)は、実施の形態2の図8と同様であり、説明は省略する。

[0097] ステップ29を終了したときの状況は上述したとおりである。つまり、ステップ29で求めたLUT13は、近似を用いて加法混色が成立することを前提にしているため、輝度と色度にズレ(特に輝度)を生じる。例えば、ステップ26で求めた1次表示出力階調対単色輝度相関特性は、各色が独立しているという前提で算出しているが、実際にはLCDパネル11では、RGB各色に相互関係(例えば、Rの輝度はG、Bの輝度に影響される)がある。色度のズレは輝度のズレに比較して少ないことから、本実施の形態では輝度のみを再度調整するために以下のステップをさらに追加する。

[0098] ステップ41(S41):表示入力階調Lの複数階調で白色画面を表示して白色輝度 $Y_{wi}$ を測定する。基本的な処理方法はステップ25の一部と同様であり、詳細な説明は省略する。

[0099] ステップ42(S42):表示入力階調Lに対応する表示出力階調を適用して表示出力階調対白色輝度相関特性(表示出力階調P:白色輝度 $Y_{wi}$ )を求める。基本的な処理方法はステップ26と略同様であるが、1次表示出力階調対単色輝度相関特性(表示出力階調P:単色輝度 $Y_{cri}$ ,  $Y_{cgi}$ ,  $Y_{cbi}$ )での1次単色輝度( $Y_{cri}$ ,  $Y_{cgi}$ ,  $Y_{cbi}$ )の代わりにステップ41で求めた白色輝度 $Y_{wi}$ を用いる点が異なる。つまり、輝度のみを用いて較正を行うものである。

- [0100] ステップ43(S43): 予め設定されている目標 $\gamma$ 値と、予め設定されている表示入力階調が最大階調L255のときの目標輝度(TY<sub>max</sub>)及び表示入力階調が最小階調L0のときの目標輝度(TY<sub>min</sub>)とを用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める。基本的な処理方法はステップ33と同様であり、詳細な説明は省略する。
- [0101] ステップ44(S44): 表示入力階調の複数階調について、2次表示入力階調対白色輝度相関特性での2次目標白色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調Pを表示出力階調対白色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調Lに対応させてRGB各色の変換テーブルを較正するLUT13(LUT13R、LUT13G、LUT13B)を較正する。基本的な処理方法はステップ35と同様であり、詳細な説明は省略する。なお、本実施の形態では、表示入力階調Lの最大階調L(255, 255, 255)、最小階調L(0, 0, 0)についても、目標値を設定しているので、表示入力階調L(255, 255, 255)−L(0, 0, 0)に対応する表示出力階調Pが求まる。
- [0102] 実施例2、実施例3において、光学センサ30は画面の輝度、色度を測定できるものでもよい。この場合はステップ24(S24)からステップ26(S26)は、以降に記載するように変更される。
- [0103] ステップ24(S24): RGB各色のゲイン定数Gaを設定した後、RGB各色の単色画面を表示してRGB各色の1次単色画面輝度(単色画面輝度Y<sub>R</sub>、Y<sub>G</sub>、Y<sub>B</sub>)と単色色度(x<sub>R</sub>, y<sub>R</sub>)、(x<sub>G</sub>, y<sub>G</sub>)、(x<sub>B</sub>, y<sub>B</sub>)を測定する。単色画面の表示は表示入力階調Lを、R表示の場合はL(255, 0, 0)、G表示の場合はL(0, 255, 0)、B表示の場合はL(0, 0, 255)とすることにより行う。
- [0104] ステップ25(S25): ゲイン定数Gaを設定した後、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度(表示入力階調Lの階調をiで示すと、白色輝度Y<sub>wi</sub>)及び白色度(x<sub>wi</sub>, y<sub>wi</sub>)を測定する。なお、白色度(x<sub>wi</sub>, y<sub>wi</sub>)は白色度(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)と等価であるが、処理ステップの相違を示すために表現を変えたものである。
- [0105] ステップ26(S26): 1次単色画面輝度(Y<sub>R</sub>、Y<sub>G</sub>、Y<sub>B</sub>)と単色色度(x<sub>R</sub>, y<sub>R</sub>)、(x<sub>G</sub>, y<sub>G</sub>)、(x<sub>B</sub>, y<sub>B</sub>)、i階調時の白色輝度Y<sub>wi</sub>、白色度(x<sub>wi</sub>, y<sub>wi</sub>)を用いて、周知の

演算式に基づいてRGB各色の表示入力階調Lの複数階調での単色輝度( $Y_{cri}$ ,  $Y_{cgi}$ ,  $Y_{cbi}$ )を計算する。表示入力階調Lに対応する表示出力階調Pを適用してRGB各色の1次表示出力階調対単色輝度相関特性(表示出力階調P:単色輝度 $Y_{cri}$ ,  $Y_{cgi}$ ,  $Y_{cbi}$ )を求める。

## 請求の範囲

- [1] 複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を校正する表示特性校正方法において、  
表示入力階調の所定階調で前記カラー表示部が所定輝度及び所定白色度を示すように前記変換部を校正し、  
前記表示入力階調に対応させて白色画面を表示し、  
表示した白色画面から前記複数色の単色輝度を求め、前記表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して表示出力階調対単色輝度の相関を求め、  
所定の表示特性と前記所定階調での白色輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での目標白色輝度を算出し、  
該目標白色輝度を前記所定階調の単色輝度割合で配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を求め、  
表示入力階調の複数階調について、前記目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対単色輝度の相関から求め、  
該求めた表示出力階調を表示入力階調に対応させることにより前記変換テーブルを校正する  
ことを特徴とする表示特性校正方法。
- [2] 複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を校正する表示特性校正方法において、  
複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、複数色の変換テーブルの表示出力階調を調整してカラー表示部の輝度及び白色度が仮目標輝度及び目標白色度になる初期校正用表示出力階調を求める第1過程と、  
前記表示入力階調の最大階調と前記初期校正用表示出力階調とを対応させて、表示入力階調と表示出力階調との相関が所定の関数になるように複数色の変換テーブルを初期校正する第2過程と、  
初期校正した複数色の変換テーブルを用いて表示入力階調の複数階調で白色画



面を表示する第3過程と、

前記白色画面から表示入力階調の複数階調での複数色の単色輝度を求め、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の1次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第4過程と、

予め設定されている目標表示特性と、前記白色画面から求めた表示入力階調が最大階調のときの白色輝度及び表示入力階調が最小階調のときの白色輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での1次目標白色輝度を算出し、1次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第5過程と、

表示入力階調が最大階調のときの複数色の前記単色輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記1次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第6過程と、

表示入力階調の複数階調について、複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を1次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第7過程と

を備えることを特徴とする表示特性較正方法。

[3] 前記第7過程の後に、

較正した複数色の変換テーブルを用いて表示入力階調の複数階調について較正白色画面を表示する第8過程と、

前記較正白色画面から表示入力階調の複数階調での複数色の単色輝度を求め、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の2次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第9過程と、

表示入力階調の複数階調について、複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を2次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第10過程と

を更に備えることを特徴とする請求項2記載の表示特性較正方法。

- [4] 前記第8過程から第10過程までを繰返すことにより前記2次表示出力階調対単色輝度相関特性を収束させることを特徴とする請求項3記載の表示特性較正方法。
- [5] 前記目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調の最大階調での目標輝度及び最小階調での目標輝度を用いて、表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第11過程と、
- 前記単色輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での複数色の目標単色輝度を算出して複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第12過程と、
- 表示入力階調の複数階調について、複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を前記収束させた2次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第13過程と
- を更に備えることを特徴とする請求項4記載の表示特性較正方法。
- [6] 前記仮目標輝度は最大階調での前記目標輝度より大きく設定してあることを特徴とする請求項5記載の表示特性較正方法。
- [7] 前記複数色は赤、緑、青であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の表示特性較正方法。
- [8] 前記初期較正用表示出力階調は、前記複数色のいずれかの初期較正用表示出力階調が出力階調の最大階調になるように調整されることを特徴とする請求項2ないし7のいずれかに記載の表示特性較正方法。
- [9] 前記表示入力階調の複数階調は表示入力階調の全階調であることを特徴とする請求項1ないし8のいずれかに記載の表示特性較正方法。
- [10] 前記カラー表示装置はカラー液晶表示装置であることを特徴とする請求項1ないし9のいずれかに記載の表示特性較正方法。
- [11] 複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に応じた表示を行うカラー表

示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を校正する表示特性校正装置において、  
前記カラー表示部の輝度及び白色度を測定する光学センサと、前記表示特性を校正するための処理を制御する制御部とを備え、

該制御部は、

複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、複数色の変換テーブルの表示出力階調を調整して前記光学センサを介してカラー表示部の輝度及び白色度を測定し、前記輝度及び白色度が目標輝度及び目標白色度になる初期校正用表示出力階調を求める第1過程と、

前記表示入力階調の最大階調と前記初期校正用表示出力階調とを対応させて、表示入力階調と表示出力階調との相関が所定の関数になるように複数色の変換テーブルを初期校正する第2過程と、

初期校正した複数色の変換テーブルを用いて表示入力階調の複数階調で白色画面を表示する第3過程と、

前記白色画面から前記光学センサを介して表示入力階調の複数階調での複数色の単色輝度を測定し、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第4過程と、

予め設定されている目標表示特性と、前記白色画面から求めた表示入力階調が最大階調のときの白色輝度及び表示入力階調が最小階調のときの白色輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での目標白色輝度を算出し、表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第5過程と、

表示入力階調が最大階調のときの複数色の前記単色輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第6過程と、

表示入力階調の複数階調について、複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対単色輝度相関特性から校正用表示出力階調として求め、該校正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを校正する第7過程と

の処理を制御する構成としてあることを特徴とする表示特性校正装置。

[12] 前記カラー表示装置はバックライトを備えるカラー液晶表示装置であり、前記第1過程では、バックライトの輝度が並行して制御される構成としてあることを特徴とする請求項11記載の表示特性校正装置。

[13] 前記光学センサが測定する輝度は絶対値で表されることを特徴とする請求項11又は12記載の表示特性校正装置。

[14] 前記光学センサは輝度と色度の測定が可能としてあり、測定された輝度と色度から単色輝度を算出する構成としてあることを特徴とする請求項11又は12記載の表示特性校正装置。

[15] 複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性の校正をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムにおいて、

コンピュータに、

複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、複数色の変換テーブルの表示出力階調を調整してカラー表示部の輝度及び白色度を求め、前記輝度及び白色度が目標輝度及び目標白色度になる初期校正用表示出力階調を求める第1過程と、

前記表示入力階調の最大階調と前記初期校正用表示出力階調とを対応させて、表示入力階調と表示出力階調との相関が所定の関数になるように複数色の変換テーブルを初期校正する第2過程と、

初期校正した複数色の変換テーブルを用いて表示入力階調の複数階調で白色画面を表示する第3過程と、

前記白色画面から表示入力階調の複数階調での複数色の単色輝度を求め、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第4過程と、

予め設定されている目標表示特性と、前記白色画面から求めた表示入力階調が最大階調のときの白色輝度及び表示入力階調が最小階調のときの白色輝度とを用い

て表示入力階調の複数階調での目標白色輝度を算出し、表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第5過程と、

表示入力階調が最大階調のときの複数色の前記単色輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第6過程と、

表示入力階調の複数階調について、複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第7過程と

を実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

- [16] 複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に複数色別の所定のゲイン定数を乗じて調整階調として出力するゲイン調整部と、前記調整階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正方法において、

前記表示入力階調と表示出力階調との相関を所定の関数に対応させて変換テーブルを較正し、

該較正した変換テーブルの表示入力階調の所定階調で前記カラー表示部が所定輝度及び所定白色度を示すようにゲイン定数を設定し、

ゲイン定数を設定した後、複数色それぞれの単色画面を表示して複数色それぞれの単色画面輝度を求め、ゲイン定数を設定した後、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及び複数色の単色輝度を求め、

前記単色画面輝度を基準に表示入力階調について複数色の単色輝度の割合で前記白色輝度を配分することにより表示入力階調の複数階調での単色輝度を算出し、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の表示出力階調対単色輝度の相関を求め、

所定の表示特性と、表示入力階調が所定階調のときの目標輝度を用いて表示入

力階調の複数階調での目標白色輝度を算出し、表示入力階調対目標白色輝度の相関を求め、

該表示入力階調対目標白色輝度での目標白色輝度を前記単色画面輝度の割合で配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出し、

表示入力階調の複数階調について、前記目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対単色輝度の相関から求め、

該求めた表示出力階調を表示入力階調に対応させることにより前記変換テーブルを較正する

ことを特徴とする表示特性較正方法。

- [17] 複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に複数色別の所定のゲイン定数を乗じて調整階調として出力するゲイン調整部と、前記調整階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正方法において、

前記表示入力階調と表示出力階調との相関を所定の関数に対応させて複数色の変換テーブルを初期較正する第1過程と、

初期較正した複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、前記カラー表示部の輝度及び白色度が仮目標輝度及び目標白色度になるようにゲイン定数を設定する第2過程と、

ゲイン定数を設定した後、複数色それぞれの単色画面を表示して複数色の1次単色画面輝度を求める第3過程と、

ゲイン定数を設定した後、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及び複数色の1次単色輝度を求める第4過程と、

表示入力階調の複数階調での単色輝度に、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の1次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第5過程と、

予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの仮目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの仮目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での1次目標白色輝度を算出し、1次表示入力階調対

目標白色輝度相関特性を求める第6過程と、

前記複数色の1次単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記1次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第7過程と、

表示入力階調の複数階調について、複数色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を1次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第8過程とを備えることを特徴とする表示特性較正方法。

[18] 前記第8過程の後に、

複数色それぞれの単色画面を表示して複数色の2次単色画面輝度を求める第9過程と、

表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及び複数色の2次単色輝度を求める第10過程と、

表示入力階調の複数階調での単色輝度に、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の2次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第11過程と、

予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第12過程と、

前記複数色の2次単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記2次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第13過程と、

表示入力階調の複数階調について、複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を2次表示出力

階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第14過程とを更に備えることを特徴とする請求項17記載の表示特性較正方法。

[19] 前記第8過程の後に、

表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度を求め、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して表示出力階調対白色輝度相関特性を求める第15過程と、

予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第16過程と、

表示入力階調の複数階調について、2次表示入力階調対白色輝度相関特性での2次目標白色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対白色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第17過程と

を更に備えることを特徴とする請求項17記載の表示特性較正方法。

[20] 前記仮目標輝度及び目標輝度は、第2過程での仮目標輝度>第6過程での最大階調のときの仮目標輝度>第12過程又は第16過程での最大階調のときの目標輝度、の関係を有することを特徴とする請求項18又は19記載の表示特性較正方法。

[21] 前記複数色は赤、緑、青であることを特徴とする請求項16ないし20のいずれかに記載の表示特性較正方法。

[22] 前記ゲイン定数は、複数色のいずれかのゲイン定数を最大値に設定してあることを特徴とする請求項16ないし21のいずれかに記載の表示特性較正方法。

[23] 前記入力階調の複数階調は入力階調の全階調であることを特徴とする請求項16ないし22のいずれかに記載の表示特性較正方法。

[24] 前記カラー表示装置はカラー液晶表示装置であることを特徴とする請求項16ないし23のいずれかに記載の表示特性較正方法。

[25] 複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する



変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に複数色別の所定のゲイン定数を乗じて調整階調として出力するゲイン調整部と、前記調整階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正装置において、

前記カラー表示部の輝度及び白色度を測定する光学センサと、前記表示特性を較正するための処理を制御する制御部とを備え、

該制御部は、

前記表示入力階調と表示出力階調との相関を所定の関数に対応させて変換テーブルを初期較正する第1過程と、

初期較正した複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、前記光学センサを介してカラー表示部の輝度及び白色度を測定し、前記輝度及び白色度が目標輝度及び目標白色度になるようにゲイン定数を設定する第2過程と、

ゲイン定数を設定した後、複数色それぞれの単色画面を表示し、前記光学センサを介して複数色の単色画面輝度を測定する第3過程と、

ゲイン定数を設定した後、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示し、前記光学センサを介して白色輝度及び複数色の単色輝度を測定する第4過程と、

表示入力階調の複数階調での単色輝度に、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複数色の表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第5過程と、

予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での目標白色輝度を算出し、表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第6過程と、

前記複数色の単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第7過程と、

表示入力階調の複数階調について、複数色の表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対

単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを較正する第8過程と

の処理を制御する構成としてあることを特徴とする表示特性較正装置。

[26] 前記カラー表示装置はバックライトを備えるカラー液晶表示装置であり、前記第2過程では、バックライトの輝度が並行して制御される構成としてあることを特徴とする請求項25記載の表示特性較正装置。

[27] 前記光学センサが測定する複数色の単色輝度は相対値で表され、該単色輝度を正規化して第5過程での単色輝度を算出する構成としてあることを特徴とする請求項25又は26記載の表示特性較正装置。

[28] 前記光学センサは輝度と色度の測定が可能としてあり、測定された輝度と色度から第4過程での単色輝度を算出する構成としてあることを特徴とする請求項25又は26記載の表示特性較正装置。

[29] 複数色について表示入力階調を表示出力階調に変換する変換テーブルを有する変換部と、該変換部から出力される前記表示出力階調に複数色別の所定のゲイン定数を乗じて調整階調として出力するゲイン調整部と、前記調整階調に応じた表示を行うカラー表示部とを備えるカラー表示装置の表示特性の較正をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムにおいて、

コンピュータに、

前記表示入力階調と表示出力階調との相関を所定の関数に対応させて変換テーブルを初期較正する第1過程と、

初期較正した複数色の変換テーブルの表示入力階調を最大階調とし、前記カラー表示部の輝度及び白色度が仮目標輝度及び目標白色度になるようにゲイン定数を設定する第2過程と、

ゲイン定数を設定した後、複数色それぞれの単色画面を表示して複数色の1次単色画面輝度を求める第3過程と、

ゲイン定数を設定した後、表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及び複数色の1次単色輝度を求める第4過程と、

表示入力階調の複数階調での単色輝度に、表示入力階調に対応する表示出力階

調を適用して複色色の1次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第5過程と、  
予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの仮目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの仮目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での1次目標白色輝度を算出し、1次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第6過程と、

前記複色色の1次単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記1次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複色色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第7過程と、

表示入力階調の複数階調について、複色色の1次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を1次表示出力階調対単色輝度相関特性から較正用表示出力階調として求め、該較正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複色色の変換テーブルを較正する第8過程と  
を実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

[30] コンピュータに、前記第8過程の後に、

複色色それぞれの単色画面を表示して複色色の2次単色画面輝度を求める第9過程と、

表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度及び複色色の2次単色輝度を求める第10過程と、

2次単色画面輝度を基準にして複色色の2次単色輝度を表示入力階調についてそれぞれ正規化し、正規化した複色色の2次単色輝度の割合を用いて第10過程で求めた白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での単色輝度を算出し、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して複色色の2次表示出力階調対単色輝度相関特性を求める第11過程と、

予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第12過程と、

前記複数色の2次単色画面輝度の割合を用いて表示入力階調の複数階調での前記2次目標白色輝度を比例配分することにより表示入力階調の複数階調での目標単色輝度を算出して複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性を求める第13過程と、

表示入力階調の複数階調について、複数色の2次表示入力階調対目標単色輝度相関特性での目標単色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を2次表示出力階調対単色輝度相関特性から校正用表示出力階調として求め、該校正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを校正する第14過程と  
を実行させることを特徴とする請求項29記載のコンピュータプログラム。

[31] コンピュータに、前記第8過程の後に、

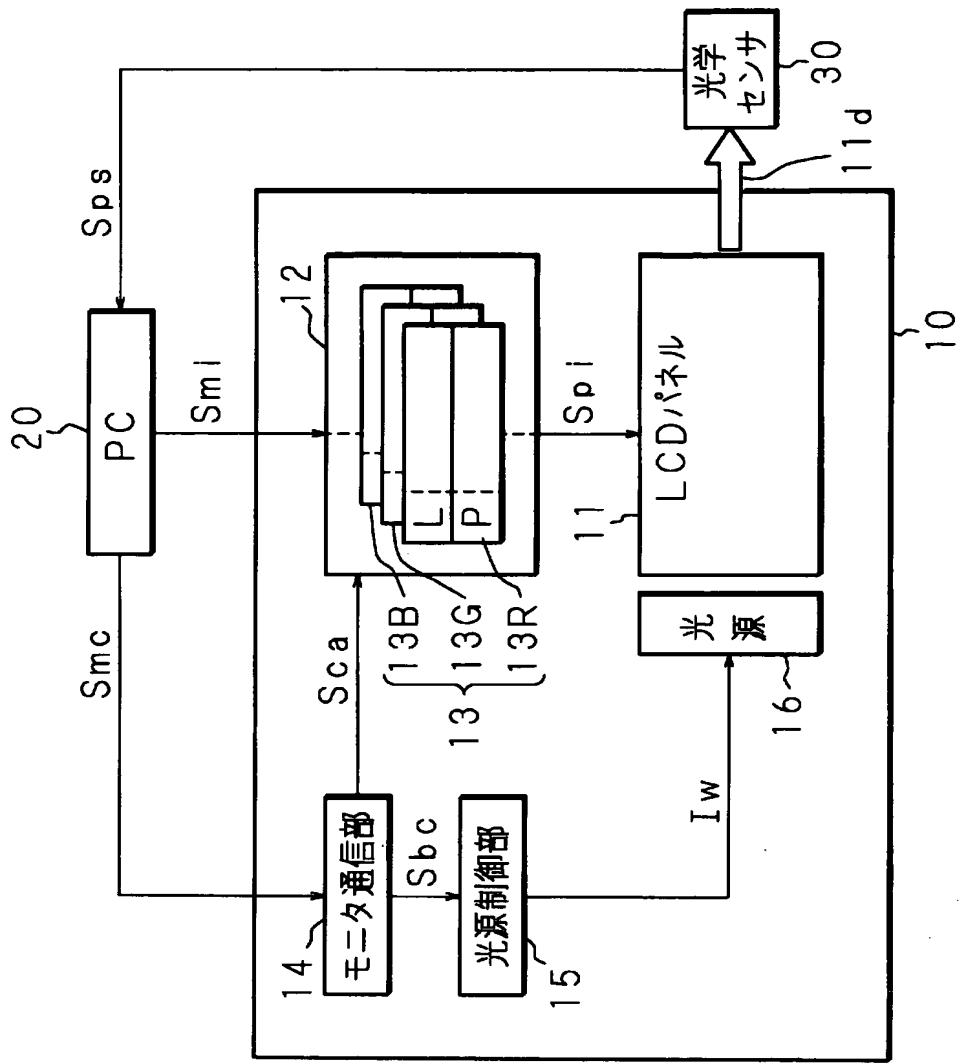
表示入力階調の複数階調で白色画面を表示して白色輝度を求め、表示入力階調に対応する表示出力階調を適用して表示出力階調対白色輝度相関特性を求める第15過程と、

予め設定されている目標表示特性と、予め設定されている表示入力階調が最大階調のときの目標輝度及び表示入力階調が最小階調のときの目標輝度とを用いて表示入力階調の複数階調での2次目標白色輝度を算出し、2次表示入力階調対目標白色輝度相関特性を求める第16過程と、

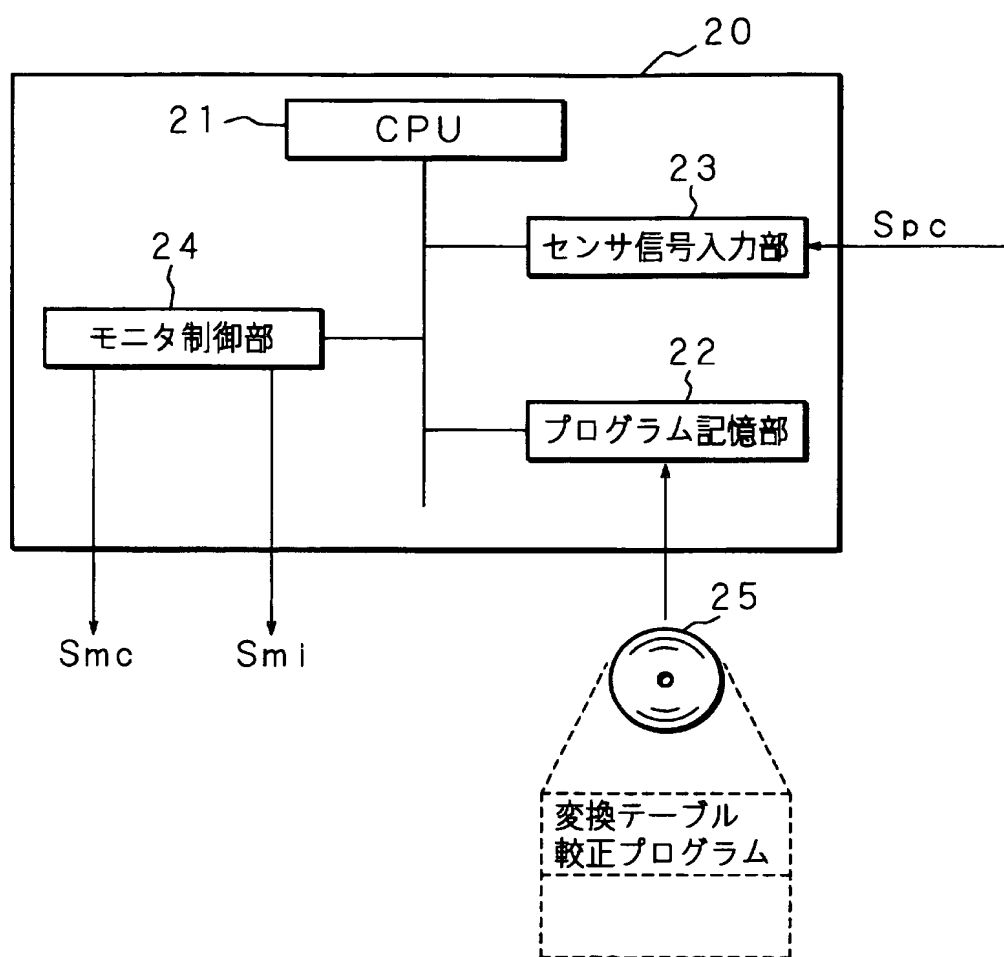
表示入力階調の複数階調について、2次表示入力階調対白色輝度相関特性での2次目標白色輝度に相当する輝度を示す表示出力階調を表示出力階調対白色輝度相関特性から校正用表示出力階調として求め、該校正用表示出力階調を表示入力階調に対応させて複数色の変換テーブルを校正する第17過程と

を実行させることを特徴とする請求項29記載のコンピュータプログラム。

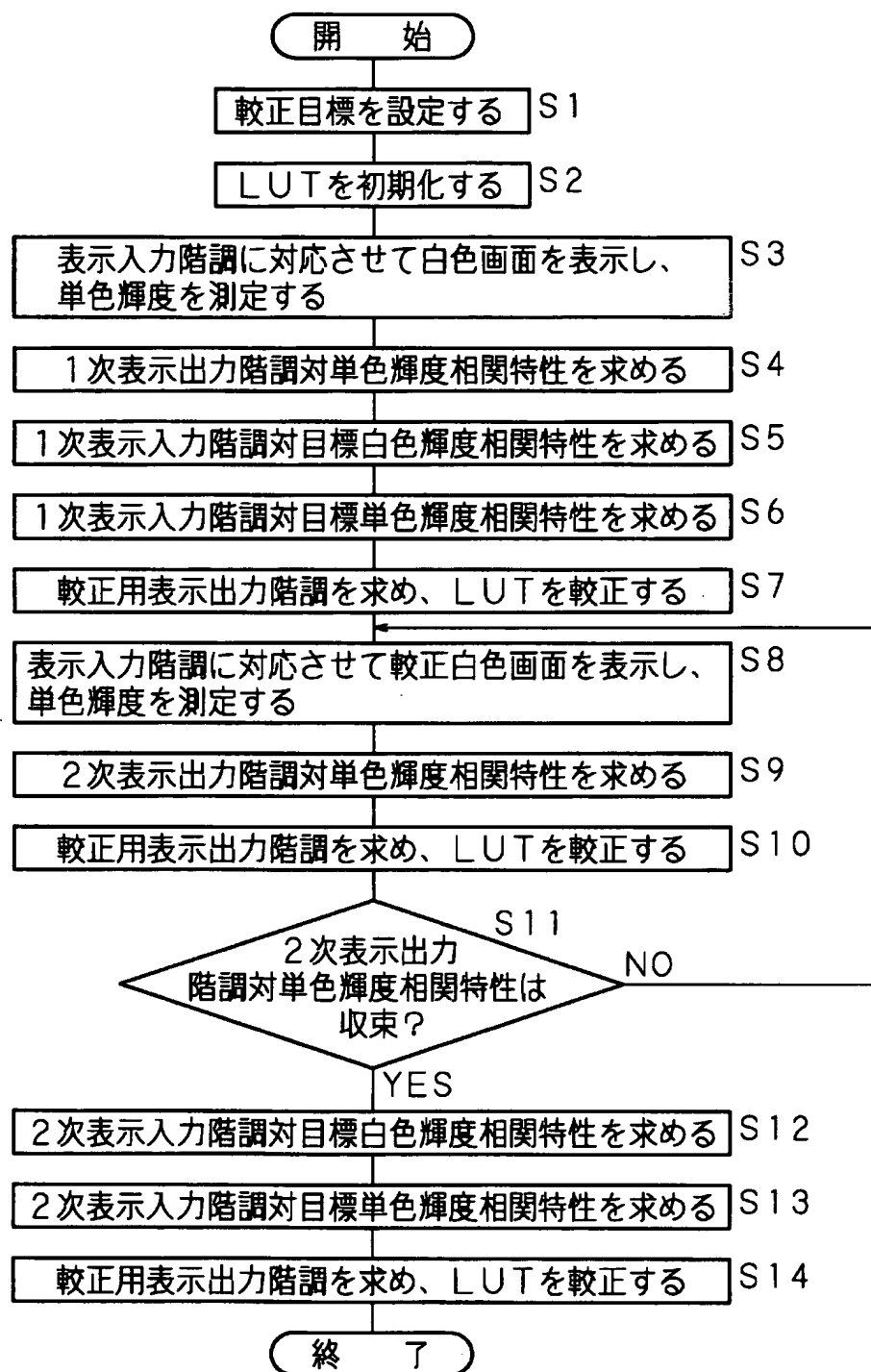
[図1]



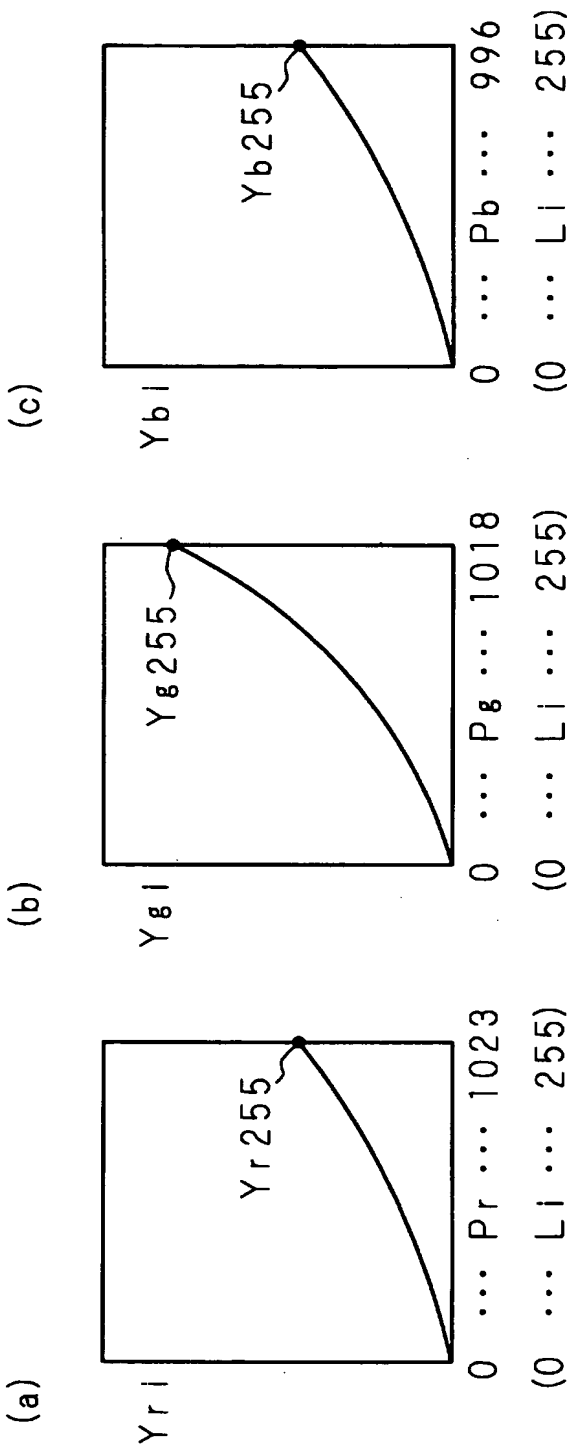
[図2]



[図3]

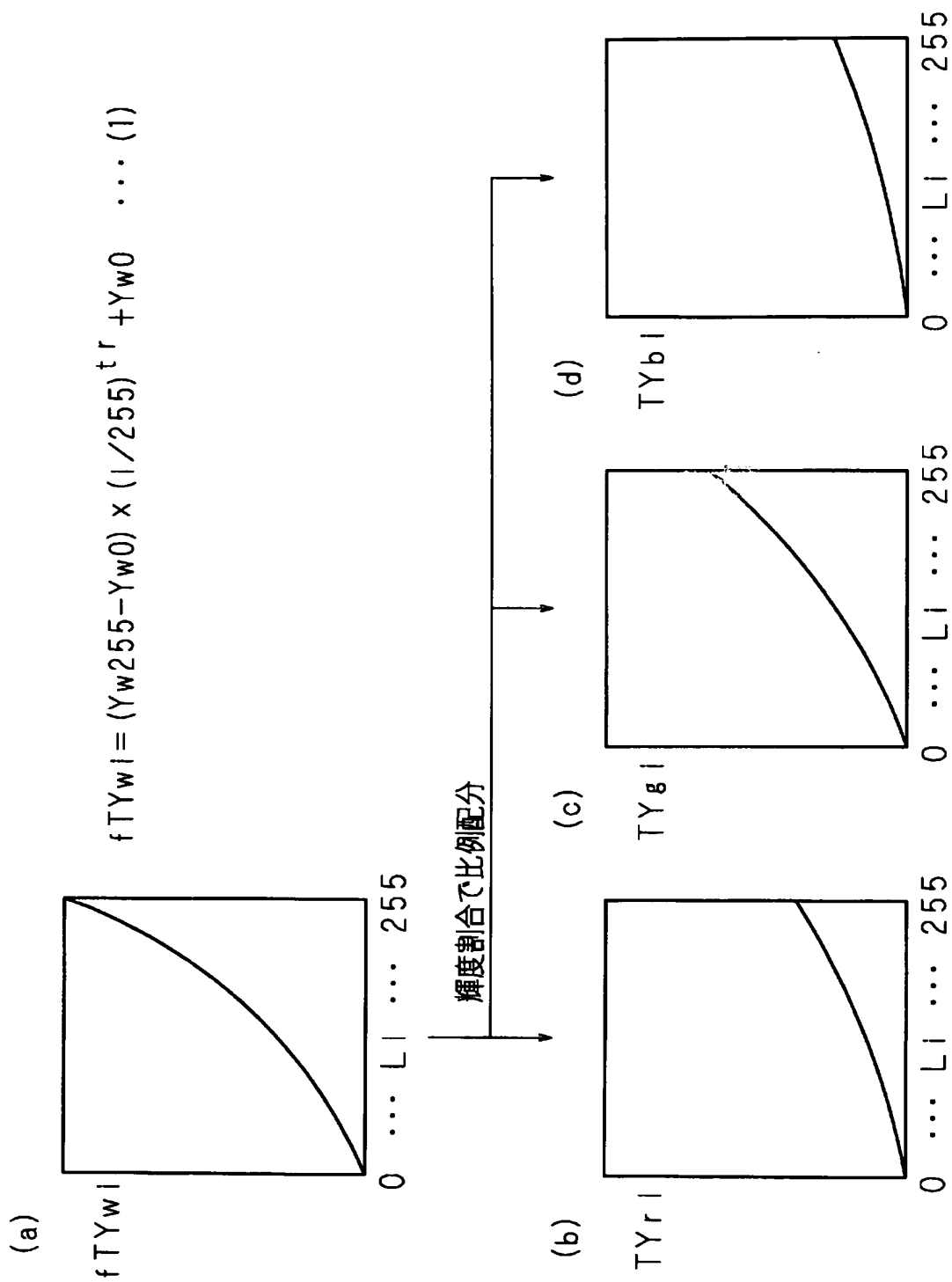


[図4]

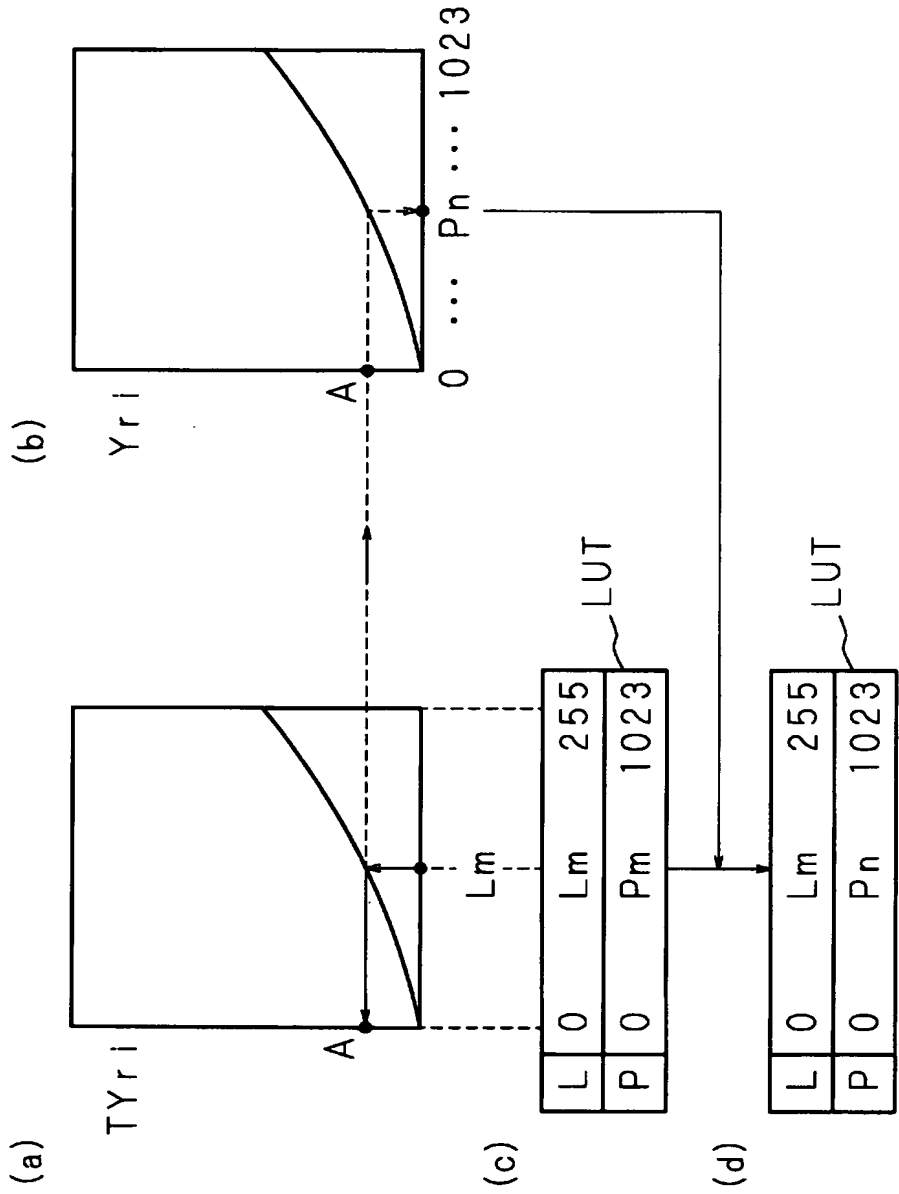




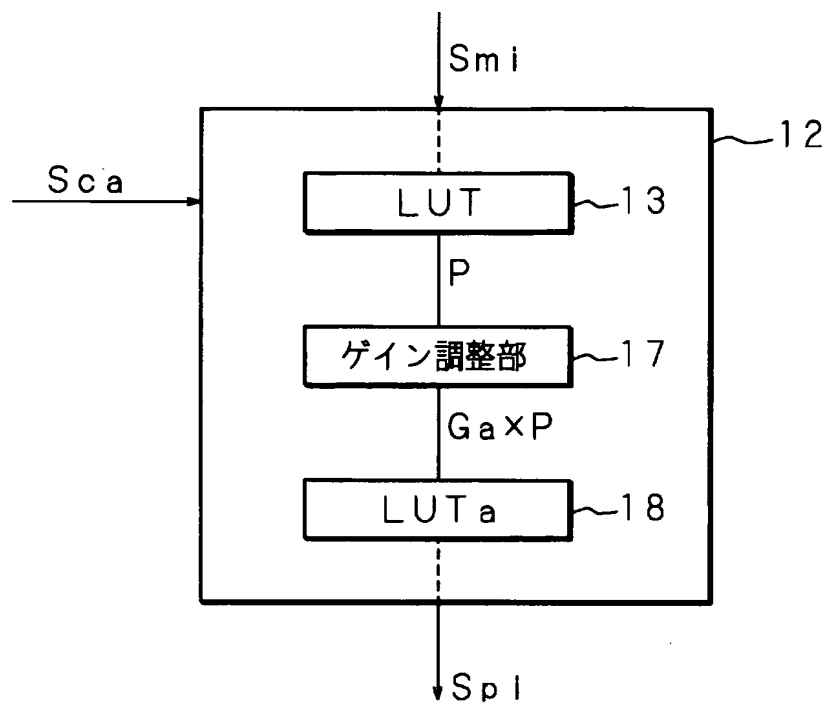
[図5]



[図6]



[図7]



[図8]



[図9]

